

Virulensi Isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* VCG 01213/16 pada Pisang Barangan dari Varietas Pisang dan Lokasi yang Berbeda

Jumjunidang, C. Hermanto, dan Riska

Balai penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km 8, Solok 27301

Naskah diterima tanggal 6 April 2011 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 30 Juni 2011

ABSTRAK. Analisis genetik isolat-isolat cendawan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) VCG 01213/16 penyebab penyakit layu pada tanaman pisang menunjukkan adanya keragaman yang nyata. Penelitian bertujuan mempelajari keragaman virulensi isolat-isolat yang terkelompok dalam VCG 01213/16, berasal dari berbagai daerah dan varietas pisang yang berbeda. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika (Balitbu Tropika) Solok, dari bulan Maret sampai dengan Juni 2009. Rancangan yang digunakan ialah acak kelompok dengan 10 perlakuan dan tiga ulangan, masing-masing perlakuan terdiri atas 10 tanaman. Perlakuan terdiri atas 10 isolat *Foc* VCG 01213/16 yang berasal dari varietas pisang dan lokasi berbeda. Tanaman uji ialah benih pisang Barangan hasil perbanyakan kultur jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat keragaman virulensi 10 isolat *Foc* VCG 01213/16 yang dinilai dari perbedaan masa inkubasi, persentase serangan, dan indeks keparahan penyakit pada bonggol dan daun pisang Barangan. Sembilan isolat *Foc* yang diuji mempunyai virulensi yang tinggi. Masa inkubasi berkisar antara 13,98 dan 16,80 hari, persentase serangan 93,33-100%, dan indeks keparahan penyakit pada bonggol dan daun masing-masing berkisar 3,46-5,35 dan 4,68-5,41. Isolat *Foc* VCG 01213/16 yang berasal dari Jabung-Lampung Timur dan diisolasi dari pisang varietas Ambon Kuning (isolat F) menunjukkan virulensi yang relatif lebih rendah dibanding sembilan isolat *Foc* lainnya dengan masa inkubasi 30,27 hari, indeks keparahan penyakit pada bonggol dan daun masing-masing sebesar 2,14 dan 3,76. Hasil penelitian ini bermanfaat dalam memberikan informasi tentang biologi *F. oxysporum* f. sp. *cubense* sebagai dasar untuk penyusunan teknik pengendalian yang tepat.

Katakunci: Virulensi; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; VCG 01213/16; *Musa*. sp.

ABSTRACT. Jumjunidang, C. Hermanto, and Riska. 2011. Virulence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* VCG 01213/16 on Banana cv Barangan from Different Banana Varieties and Locations. Genetic analysis of isolates of the *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) that are grouped in VCG 01213/16, as the causal agent of wilt disease in banana plants showed a considerable variation. This research aimed to study the variation in virulence of isolates that are grouped in VCG 01213/16 from different varieties of banana and regions. The study was conducted in the Protection Laboratory and the Screenhouse of Indonesian Tropical Fruit Research Institute (ITFRI) Solok, from March to June 2009. A randomized block design was used in this research with 10 treatments and three replications. Each treatments consisted of 10 banana plants. The treatment was 10 *Foc* isolates belonging to VCG 01213/16 originating from different varieties of banana and locations. Barangan plantlets produced from tissue culture propagation were used as the planting material. The results showed that there were high variations in virulence among 10 *Foc* isolates in VCG 01213/16 based on variables of the incubation period, percentage of wilt, and disease severity index on corm and leaves of Barangan variety. Nine of the 10 *Foc* isolates tested were highly virulent isolates. The incubation period ranged from 13.98 to 16.80 days, the percentage of wilt from 93.33 to 100%, and the disease severity index of corm and leaves ranged from 3.46 to 5.35 and from 4.68 to 5.41, respectively. The *Foc* VCG 01213/16 isolates originated from Jabung, East Lampung and from Ambon Kuning variety (isolate F) shown relatively low virulence than others isolates that the incubation period was 30.27 days and the disease severity index on the corm and leaves was 2.14 and 3.76, respectively. This result provides useful information on biology of *F. oxysporum* f. sp. *cubense* to find out the best control method of the pathogen.

Keywords: Virulence; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; VCG 01213/16; *Musa* sp.

Penyakit layu yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *cubense* (*Foc*) (E. F. Smith) Snyder dan Hansen, sampai saat ini masih tercatat sebagai penyakit paling berbahaya dan mengancam industri pisang dunia. Patogen tersebut menyebabkan penyakit layu atau yang lebih dikenal penyakit layu Panama (Stover 1957, Moore *et al.* 1993, Pegg *et al.*

1996, Ploetz dan Pegg 1997). Di Indonesia, penyakit ini dilaporkan telah menyebar hampir di seluruh daerah pertanian pisang mulai dari Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) sampai ke Papua. Serangan parah dilaporkan terjadi di beberapa daerah sentra, seperti di NAD, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Lampung, Jawa Barat, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan Halmahera

(Nurhadi *et al.* 1994, Nasir dan Jumjunidang 2002, Hermanto *et al.* 2009).

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* memiliki karakter biologis yang sangat spesifik dan beragam (Ploetz 1990, Fourie *et al.* 2009). Hal ini dapat dilihat dari sifat ras dan strainnya yang bervariasi, tingkat virulensi antarras yang berbeda, serta kemampuan patogen bertahan dalam tanah tanpa inang utama (tanaman pisang) hingga 40 tahun (Su *et al.* 1986, Ploetz 1990, Fourie *et al.* 2009). Dalam mempelajari karakter dan keragaman *Foc*, sejumlah metode digunakan, antara lain *vegetative compatibility group (VCG) test* (Ploetz dan Correll 1988, Brake *et al.* 1990, Moore *et al.* 1993, Viljoen 2002), produksi senyawa *volatile* (Stover 1962, Moore *et al.* 1991), *electrophoretic caryotyping* (Boehm *et al.* 1994), analisis RAPD-PCR (Bentley *et al.* 1995, 1998), analisis RFLP (Koenig *et al.* 1997), dan analisis AFLP (Groenewald 2005, Gulino dan O'Neill 2008). Karakterisasi dengan VCG lebih berkembang dan banyak digunakan untuk mempelajari keragaman genetik, ekologi, dan populasi biologi dari jamur patogen (Puhalla 1985, Ploetz 1990). Metode ini didasarkan pada *genetic exchange* antara isolat berbeda yang dipasangkan (*isolic*) (Leslie 1990, Ploetz 1990). Kekuatan dari kajian VCG ini ialah bahwa isolat patogen *Foc* yang berada dalam VCG yang sama, terkelompok ke dalam klon yang sama, walaupun berasal dari geografis yang berbeda (Leslie 1990). Metode ini dapat mengklarifikasi strain *Foc* dengan sangat rinci, sehingga menekan bias pengelompokan *Foc* berdasarkan virulensinya terhadap jenis pisang berbeda (ras) serta uji resistensi pisang (Correll *et al.* 1987, Leslie 1990).

Sampai saat ini ditemukan 21 VCG *Foc* di dunia, 15 di antaranya terdapat di Asia (Ploetz dan Correll 1988, Moore *et al.* 1993, Pegg *et al.* 1995, Katan 1999), bahkan menurut Bentley *et al.* (1998) selain 21 VCG yang sudah ada, ditemukan pula 14 kelompok VCG *Foc* baru. Berdasarkan hasil penelitian Hermanto *et al.* (2008) di Indonesia telah diidentifikasi 10 kelompok VCG *Foc*. Hasil penelitian tersebut juga menginformasikan bahwa *Foc* VCG 01213/16 yang dikenal sebagai *Foc* ras 4 tropika (TR4) merupakan kelompok yang paling dominan ditemukan. Dari 400 isolat yang dikumpulkan dari seluruh Indonesia, 37,8% merupakan VCG, tersebar mulai dari dataran

rendah (2 m dpl.) sampai dataran tinggi (1.085 m dpl.). Dilaporkan juga bahwa pisang varietas Barangan paling rentan terhadap VCG, karena semua isolat *Foc* yang diisolasi dari pisang Barangan ialah VCG 01213/16. Selanjutnya keragaman genetik *Foc* pada VCG 01213/16 juga diuji oleh Gulino dan O'Neill (2008), diketahui bahwa isolat-isolat yang terkelompok dalam VCG 01213/16 yang diuji DNA-nya dengan metode AFLP masih terdapat variasi genetik yang cukup tajam. Namun belum ada laporan yang menunjukkan bahwa perbedaan/variasi genetik juga memberikan variasi virulensi patogen tersebut. Informasi tentang variasi virulensi isolat dalam satu kelompok VCG perlu diketahui untuk menyusun teknologi pengendalian yang tepat.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui variasi virulensi isolat-isolat *Foc* VCG 01213/16 yang diisolasi dari daerah dan varietas pisang berbeda dengan hipotesis bahwa di antara isolat-isolat *Foc* VCG 01213/16 terdapat variasi virulensi pada pisang Barangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika (Balitbu Tropika) Solok dari bulan Maret sampai dengan Juni 2009. Rancangan percobaan yang digunakan ialah acak kelompok yang terdiri atas 10 perlakuan dan tiga ulangan, masing-masing perlakuan terdiri atas 10 unit tanaman. Perlakuan meliputi 10 isolat *Foc* yang tergolong dalam VCG 01213/16 (TR4) yang diisolasi dari varietas pisang dan daerah yang berbeda. Data dianalisis secara sidik ragam, apabila hasil yang didapatkan berbeda nyata, kemudian dilakukan uji lanjut beda nilai tengah antara perlakuan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Perlakuan diuraikan sebagai berikut:

- A = Isolat 001, asal Rambatan, Tanah Datar Sumbar, diisolasi dari pisang varietas Buai,
- B = Isolat 004, asal Sei, Tarab, Tanah Datar, Sumbar, diisolasi dari pisang varietas Buai,

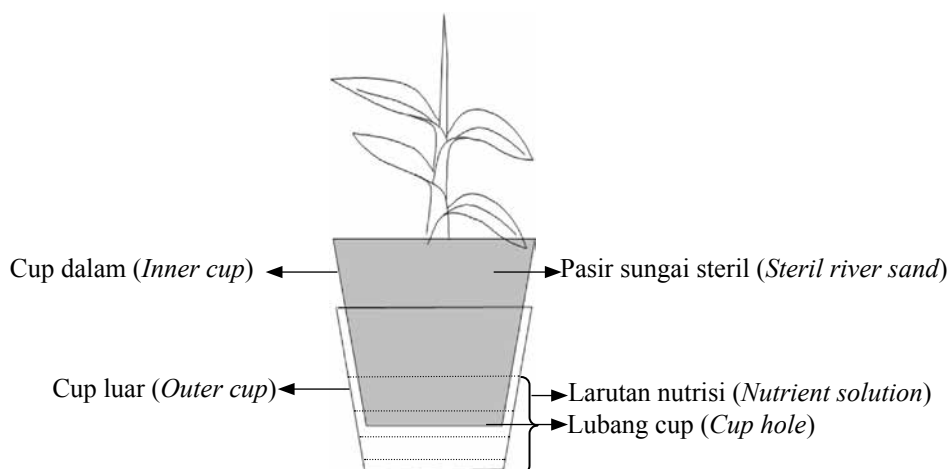
- C = Isolat 022, asal Jabung, Lampung Timur Lampung, diisolasi dari pisang varietas Raja Bulu,
- D = Isolat 025, asal Natar, Bandar Lampung, diisolasi dari pisang varietas Kepok,
- E = Isolat 030, asal Suka Jawa, Lampung Tengah, Lampung, diisolasi dari pisang varietas Raja Bulu,
- F = Isolat 023, asal Jabung, Lampung Timur, Lampung, diisolasi dari pisang varietas Ambon Kuning,
- G = Isolat 01010101, asal Seuleumum, Aceh Besar, NAD, diisolasi dari pisang varietas Barangan,
- H = Isolat 01010208, asal Seulawah, Aceh Besar, NAD, diisolasi dari pisang varietas Barangan,
- I = Isolat 01020102, asal Muara Tiga, Pidie-NAD, diisolasi dari pisang varietas Barangan,
- J = Isolat 01020202, asal Padang Tiji, Pidie-NAD, diisolasi dari pisang varietas Barangan.

Isolat *Foc* yang digunakan ialah koleksi Balitbu Tropika Solok yang dikonservasi dalam bentuk kertas saring steril selama kurang lebih 3 bulan.

Isolat diperbanyak pada media *potato dextrose agar* (PDA) selama 7-10 hari. Inokulum yang digunakan berupa suspensi konidia dengan kerapatan 10^6 konidia/ml. Kerapatan spora dihitung menggunakan Haemositometer. Benih pisang Barangan yang digunakan dalam pengujian berasal dari perbanyakan kultur jaringan dengan tinggi sekitar 15 cm (5-6 helai daun). Inokulasi *Foc* dilakukan menggunakan teknik perendaman akar (*dipping root technique*). Akar tanaman direndam selama 5 menit dalam larutan inokulum. Setelah itu bibit pisang ditanam pada pot plastik volume 250 ml dengan teknik *double cup* (Mohamed *et al.* 1999), di mana pot bagian bawah berisi larutan nutrisi (Hyponextm) dan pot atas berisi pasir sungai steril (Gambar 1). Bagian bawah pot sebelah atas (pot media pasir) dipelihara untuk selalu menyentuh permukaan larutan nutrisi.

Peubah yang diamati dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Masa inkubasi, diamati mulai 1 hari setelah perlakuan (HSP) sampai dengan munculnya gejala awal serangan *Foc* berupa penguningan di pinggir helaian daun tua yang diikuti oleh daun yang lebih muda.
2. Persentase tanaman terserang, dihitung pada akhir pengamatan (2 bulan setelah perlakuan/ BSP) menggunakan rumus:



Gambar 1. Teknik *dobel cup* yang digunakan pada penelitian (*Double cup technique used in the experiment*)

$$P = \left[\frac{T_1}{T_2} \right] \times 100\%$$

di mana:

P = Persentase tanaman terserang,

T₁ = Jumlah tanaman terserang tiap perlakuan,

T₂ = Jumlah tanaman yang diamati.

3. Indeks keparahan penyakit pada daun, dihitung jumlah daun layu pada tanaman perlakuan. Kemudian dilakukan skoring kerusakan berdasarkan skala Mohamed *et al.* (1999), yaitu:
- 1 = tidak ada gejala pada daun (tanaman sehat),
 - 2 = 1-10% daun menguning/bergejala,
 - 3 = 11-25% daun menguning/bergejala,
 - 4 = 26-50% daun menguning/bergejala,
 - 5 = >50% daun menguning/bergejala,
 - 6 = tanaman mati.

Pengamatan dilakukan setiap minggu sampai 2 bulan setelah perlakuan.

4. Indeks keparahan penyakit pada bonggol, dilakukan pada akhir pengamatan, yaitu 2 BSP. Bonggol dibersihkan dan seluruh akar dibuang, kemudian bonggol dipotong secara melintang pada bagian leher. Selanjutnya dilakukan skoring kerusakan bonggol berdasarkan skala Mohamed *et al.* (1999) yang dimodifikasi, yaitu:

- 1 = Tidak ada bintik hitam pada jaringan bonggol,
- 2 = Bintik hitam yang menutupi <1/3 dari jaringan bonggol,
- 3 = Bintik hitam yang menutupi 1/3 dari jaringan bonggol,
- 4 = Bintik hitam yang menutupi 1/3-2/3 dari jaringan bonggol,
- 5 = Bintik hitam yang menutupi >2/3 dari jaringan bonggol dan skala,
- 6 = Bintik hitam pada seluruh jaringan bonggol sampai bonggol busuk/tanaman mati.

Indeks keparahan penyakit pada daun dan bonggol dihitung dengan rumus:

$$I = \sum \frac{\text{nilai skala} \times \text{jumlah tanaman dari setiap nilai skala}}{\text{jumlah tanaman}}$$

Tabel 1. Penilaian keparahan penyakit berdasarkan indeks keparahan pada daun dan bonggol berdasarkan Mohamed *et al.* (1999) yang dimodifikasi (*Assessment of disease severity index base on on leaf and corm index by Mohamed et al. (1999) modified*)

| Indeks keparahan penyakit (Disease severity index) | | Penilaian serangan (Attack assessment) |
|---|-------------------|---|
| Daun (Leaf) | Bonggol (Corm) | |
| 1 | 1 | Tidak ada serangan (No damage) |
| 1,1-2 | 1,1-2 | Ringan (Weak) |
| 2,1-4 | 2,1-4 | Parah (Severe) |
| >4 | >4 | Sangat parah (Highly severe) |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat-isolat *Foc* dalam VCG 01213/16 (TR4) yang diisolasi dari berbagai lokasi dan varietas pisang berbeda di Sumatera, menyebabkan gejala serangan penyakit layu pada benih pisang Barangan dengan masa inkubasi yang tidak terlalu bervariasi kecuali satu isolat seperti terlihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa sembilan isolat *Foc* yang diuji memiliki masa inkubasi penyakit paling cepat dan tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata antarisolat dengan kisaran masa inkubasi 13,98-16,80 hari. Namun masa inkubasi tersebut berbeda nyata dengan satu isolat, yaitu isolat *Foc* asal Jabung-Lampung Timur yang diisolasi dari pisang varietas Ambon Kuning (perlakuan F) dengan masa inkubasi paling lama yaitu 30,27 hari. Sepuluh isolat *Foc* dalam VCG 01213/16 menyerang tanaman dengan persentase serangan sangat tinggi (>80%). Tingginya persentase serangan disebabkan karena pisang Barangan termasuk varietas yang sangat rentan terhadap *Foc* VCG 01213/16. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hermanto *et al.* (2008) bahwa *Foc* yang dikoleksi dari berbagai lokasi di Indonesia yang berasal dari pisang Barangan tergolong dalam VCG 01213/16. Persentase tanaman terserang juga tidak berbeda nyata antara isolat yang diuji (93,33-100%), kecuali dengan

Tabel 2. Masa inkubasi dan persentase tanaman terserang penyakit layu *Fusarium* pada pisang Barangan oleh beberapa isolat *Foc* dalam VCG 01213/16 yang diisolasi dari lokasi dan varietas pisang berbeda, 2 bulan setelah inokulasi (*Incubation period and percentage of wilt on Barangan variety by several isolates of *Foc* VCG 01213/16 isolated from different locations and bananas varieties, 2 months after inoculation*)

| Perlakuan (Treatments) | Masa inkubasi (Incubation periods) Hari (Days) | Persentase tanaman terserang (Percentage of wilt) |
|---------------------------|--|---|
| A | 14,33 b | 100,00 a |
| B | 16,80 b | 100,00 a |
| C | 14,50 b | 100,00 a |
| D | 16,36 b | 96,66 a |
| E | 14,53 b | 96,66 a |
| F | 30,27 a | 81,10 b |
| G | 13,98 b | 93,33 ab |
| H | 14,53 b | 100,00 a |
| I | 14,72 b | 96,66 a |
| J | 14,51 b | 100,00 a |
| KK (CV), % | 25,3 | 9,87 |

Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata menurut DMRT pada taraf nyata 5% (*Means followed by the same letters within the same*

satu isolat yang berasal dari Jabung-Lampung Timur yang diisolasi dari pisang varietas Ambon Kuning, persentase serangan yang diakibatkannya berbeda nyata dengan semua isolat *Foc* yang lain (81,1%). Namun persentase serangan tersebut tidak berbeda nyata dengan isolat *Foc* yang berasal dari Seuleumum, Aceh Besar NAD yang diisolasi dari varietas Barangan dengan persentase serangan 93,33%.

Terjadinya perbedaan virulensi pada salah satu isolat uji disebabkan oleh adanya perbedaan karakter biologi, kimia, dan genetik dari isolat cendawan. Hasil penelitian Gulino dan O'Neill (2008) menunjukkan bahwa isolat *Foc* yang terkelompok dalam VCG 01213/16 ketika diuji DNA-nya dengan metode AFLP menunjukkan adanya variasi genetik yang cukup tajam. Selanjutnya menurut Groenewald (2005), perbedaan tingkat virulensi pada isolat *Foc* yang tergolong dalam VCG yang sama juga bervariasi, mungkin disebabkan oleh adanya variasi yang terjadi pada saat reproduksi aseksual cendawan patogen.

Selain masa inkubasi dan persentase tanaman terserang, perbedaan isolat juga dapat diketahui dengan mengukur tingkat keparahan penyakit. Pengukuran tingkat keparahan penyakit tanaman dapat dilakukan dengan membandingkan jumlah/ proporsi tanaman yang sakit atau bagian tanaman yang sakit dengan jumlah seluruh tanaman yang sakit. Pada penelitian ini, keparahan penyakit pada bonggol dan daun bibit pisang Barangan yang disebabkan oleh 10 isolat *Foc* dalam VCG 01213/16 yang berasal dari beberapa lokasi dan varietas pisang tidak menunjukkan variasi yang tajam, kecuali dengan satu isolat. Pada Tabel 3 terlihat bahwa sembilan isolat *Foc* yang diuji menyebabkan serangan sangat parah pada pisang Barangan dengan indeks keparahan penyakit pada bonggol dan daun yang tinggi dan tidak berbeda nyata antarisolat, yaitu berturut-turut 3,46-5,35 pada bonggol dan 4,68-5,41 pada daun. Namun berbeda nyata dengan isolat *Foc* asal Jabung, Lampung Timur yang diisolasi dari pisang varietas Ambon Kuning (perlakuan F) yang menyebabkan serangan parah dengan indeks keparahan penyakit yang lebih rendah, yaitu pada bonggol 2,14 dan pada daun 3,76. Keparahen penyakit pada bonggol berkorelasi positif dengan keparahan penyakit pada daun ($r = 0,79911^*$), artinya semakin tinggi keparahan penyakit pada bonggol, semakin tinggi pula keparahan penyakit pada daun. Hal ini karena infeksi pada akar tanaman pisang yang rentan dapat berkembang ke xilem dan berlanjut ke dalam bonggol dan batang semu yang mengakibatkan gangguan transportasi air, sehingga muncul gejala penguningan pada daun (Ploetz et al. 2000).

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Groenewald (2005), bahwa terdapat perbedaan virulensi 26 isolat *Foc* dalam VCG 0120 pada pisang Cavendish. Pada penelitian tersebut perbedaan juga dapat dilihat dari keparahan penyakit yang ditimbulkan pada tanaman. Keparahen penyakit berhubungan dengan virulensi patogen. Variasi virulensi selain disebabkan oleh variasi yang terjadi saat reproduksi aseksual cendawan (Groenewald 2005), juga disebabkan oleh perbedaan produksi toksin dari masing-masing isolat *Foc* yang diuji. Cendawan *Foc* dapat memproduksi toksin asam fusarat (Groenewald 2005), toksin ini

Tabel 3. Indeks keparahan penyakit pada bonggol dan daun benih pisang Barangan oleh beberapa isolat *Foc* dalam VCG 01213/16 yang diisolasi dari lokasi dan varietas pisang berbeda, 2 bulan setelah inokulasi (*Disease severity index on corm and leaves of Barangan variety by several isolates of Foc in VCG 01213/16 isolated from different locations and bananas varieties, 2 months after inoculation*)

| Perlakuan (Treatments) | Indeks keparahan penyakit pada bonggol (Disease severity index on corm) | Indeks keparahan penyakit pada daun (Disease severity index on leaves) | Penilaian serangan (Attack assesment) |
|---------------------------|--|---|--|
| A | 3,96 ab | 4,87 a | Sangat parah (Highly severe) |
| B | 4,95 a | 5,01 a | Sangat parah (Highly severe) |
| C | 4,86 a | 4,90 a | Sangat parah (Highly severe) |
| D | 3,46 ab | 4,68 ab | Sangat parah (Highly severe) |
| E | 5,35 a | 5,41 a | Sangat parah (Highly severe) |
| F | 2,14 b | 3,76 b | Parah (Severe) |
| G | 5,06 a | 5,08 a | Sangat parah (Highly severe) |
| H | 5,30 a | 5,53 a | Sangat parah (Highly severe) |
| I | 4,26 ab | 5,31 a | Sangat parah (Highly severe) |
| J | 4,14 ab | 5,24 a | Sangat parah (Highly severe) |
| KK (CV) | 16,73 | 6,99 | |

memengaruhi fungsi mitokondria, menghambat enzim katalase serta mengganggu membran sel yang mengakibatkan kebocoran ion dan kematian sel (Ballio 1981).

KESIMPULAN

1. Terdapat variasi virulensi pada 10 isolat *Foc* dalam VCG 01213/16 yang diisolasi dari lokasi dan varietas pisang yang berbeda terhadap pisang Barangan.
2. Sembilan isolat *Foc* yang diuji mempunyai virulensi yang tinggi dan menyebabkan serangan sangat parah. Masa inkubasi berkisar 13,98-16,80 hari, persentase serangan 93,33-100%, dan indeks keparahan penyakit pada bonggol dan daun berkisar 3,46-5,35 dan 4,68-5,41.
3. Isolat *Foc* VCG 01213/16 asal Jabung, Lampung Timur yang diisolasi dari pisang varietas Ambon Kuning memiliki virulensi relatif lebih rendah dibanding sembilan isolat *Foc* lainnya, dan menyebabkan serangan parah. Masa inkubasi 30,27 hari, indeks keparahan penyakit pada bonggol dan daun 2,14 dan 3,76.

SARAN

Hasil penelitian ini perlu ditindaklanjuti dengan penelitian tentang biologi patogen dalam rangka memperoleh teknik pengendalian yang tepat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih dan penghargaan disampaikan kepada saudari Resti Patma Yanda, SSi. yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.

PUSTAKA

1. Bentley, S., K. G. Pegg, and J. L. Dale. 1995. Genetic Variation Among World-wide Collection of Isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Analyzed by RAPD-PCR Fingerprinting. *Mycol. Res.* 99:1378-1385.
2. _____, N.Y. Moore, R.D. Davis, and I.W. Buddenhagen. 1998. Genetic Variation Among Vegetative Compatibility Groups of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Analyzed by DNA Fingerprinting. *J. Phytopathol.* 88:1283-1293.
3. Balio, A. 1981. Structure Activity Relationship. New York. Academic Press.
4. Boehm, E., W.A., R.C. Ploetz, and H.C. Kistler. 1994. Statistical Analysis of Electrophoretic Carylotype Variation Among Vegetative Compatibility Groups of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 7:196-207.
5. Brake, V.M., K.G. Pegg, J.A.G. Irwin, and P.W. Langdon. 1990. Vegetative Compatibility Groups within Australian Populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, the Cause of *Fusarium* Wilt of Bananas. *Aust. Agric. Res.* 41:863-870.
6. Correll, J.C., C.J.R. Klittich, and J.F. Leslie. 1987. Nitrate Non Utilising Mutants of *Fusarium oxysporum* and Their Use in Vegetative Compatibility Tests. *Phytopathol.* 77:1640-1646.

7. Fourie, G., E.T. Steenkamp, T.R. Gordon, and A. Viljoen. 2009. Evolutionary Relationship Among the *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Vegetative Compatibility Group. *Appl. and Environ of Microbiol.* 75(4):470-4781.
8. Groenewald, S. 2005. *Biology, Pathogenicity, and Diversity of Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Requirement for the Degree of Magister Science in the Faculty of Natural and Agriculture Science. University of Pretoria. Pretoria. 176 pp.
9. Gulino, L. and W. O'Neill. 2008. *VCG/DNA Characterization and Foc Library*. Department of Primary Industries and Fisheries. Queensland Government. Australia. 31 pp.
10. Hermanto, C., Jumjunidang, A. Sutanto, Edison H.S., J. Danniels, W. O'Neil, V. Sinohin, and A.B. Molina. 2008. Survey, Collection, Characterization, and Conservation of *Foc* Sample in Indonesia and Papua New Guinea. *Progress Report of ACIAR Project No. CP 2005/136*. 17 pp.
11. _____, A. Sutanto, Jumjunidang, Edison H.S., J.W. Danniels, W.O'neil, V.G. Sinohin, A.B. Molina, and P. Taylor. 2009. Incidence and Distribution of Fusarium Wilt Disease in Indonesia. *International Symposium Horticulture Science: Global Perspective on Asian Challenges*. Guangzhou-China, 14-18 September 2009. 5 pp.
12. Katan, T. 1999. Current Status of Vegetative Compatibility Groups in *Fusarium oxysporum*. *Phytoparasitica*. 27:51-64.
13. Koenig, R.L., R.C. Ploetz, and H.C. Kistler. 1997. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Consists of a Small Number of Divergent and Globally Distributed Clonal Lineages. *Phytopathol.* 87:915-923.
14. Leslie, J.F. 1990. *Genetic Exchange Within Sexual and Asexual Populations of the Genus Fusarium*. In *Fusarium Wilt of Banana*. APS Press. St. Paul, MN. p. 55-62.
15. Mohamed, A.A., C. Mak, K.W. Liew, and Y.W. Ho. 1999. Early Evaluation of Banana Plants at Nursery Stage of *Fusarium* Wilt Tolerance. In Molina, A.B., N.H. Nik Masdek, and K.W. Liew (Eds.). *Banana Fusarium Wilt Management: Towards Sustainable Cultivation. Proceedings of The International Workshop on Banana Fusarium Wilt Diseases*. Malaysia. INIBAP. p.174-185.
16. Moore, N.Y., P. Hargreaves, K.G. Pegg, and J.A.G. Irwin. 1991. Characterization of Strains of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* by Production Volatiles. *Austr. J. Bot.* 39:161-166.
16. _____, K.G. Pegg, R.N. Allen, and J. A. G. Irwin. 1993. Vegetative Compatibility and Distribution of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in Australia. *Austr. J. Expt. Agric.* 33:792-802.
17. Nasir, N. dan Jumjunidang. 2002. Strategi Jangka Pendek Menahan Laju Perluasan Serangan Penyakit Layu Pisang. *Makalah Disampaikan dalam Seminar Nasional Pengendalian Penyakit Layu Pisang: Mencegah Kepunahan, Mendukung Ketahanan Pangan, dan Agribisnis*. Padang, 22-23 Oktober 2002.
18. Nurhadi, M. Rais, dan Harlion. 1994. Serangan Bakteri dan Cendawan pada Tanaman Pisang di Provinsi Dati I Lampung. *Info Hort.* 2(1):37-40.
19. Pegg, K.G., R.G. Shivas, N.Y. Moore, and S. Bentley. 1995. Characterization of A Unique Population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Causing *Fusarium* Wilt in Cavendish Bananas at Carnavorn, Western Australia. *Austr. J. Agric. Res.* 46:167-178.
20. _____, N. Y. Moore, and S. Bentley. 1996. *Fusarium* Wilt of Banana in Australia: Review. *Austr. J. Agric. Res.* 47:637-650.
21. Ploetz, R.C. and J.C. Correll. 1988. Vegetative Compatibility Among Races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Plant Dis.* 72:325-328.
22. _____. 1990. Variability in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Can. J. Bot.* 68:1357-1363.
23. _____. and K.G. Pegg. 1997. *Fusarium* Wilt of Banana and Wallace's Line: Was the Disease Originally Restricted to His Indo-Malayan Region?. *Austr. Plant Pathol.* 24:38-43.
24. _____. 2000. Fungal Diseases of the Root, Corm, and Pseudostem. In: Jones, D.R. (Ed.). *Diseases of Banana, Abaca, and Enset*. CABI Publishing. p. 143-172.
25. Puhalla, J. E. 1985. Classification of Strains of *Fusarium oxysporum* on the Basis Vegetative Compatibility. *Can. J. Bot.* 63:179-183.
26. Stover, R. H. 1957. Ecology and Pathogenisity Studies with Two Widely Distributed Type of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. (Abst). *J. Phytophatol.* 47:535.
27. _____. 1962. Studies on *Fusarium* Wilt of Banana. VIII. Differentiation of Clones by Cultural Interactions and Volatile Substances. *Can. J. Bot.* 40:1467-1471.
28. Su, H.J., S.C. Hwang, and W. H. Ko. 1986. Fusarial Wilt of Cavendish Bananas in Taiwan. *Plant Dis.* 70:814-818.
29. Viljoen, A. 2002. The Status of *Fusarium* Wilt (Panama Disease) of Banana in South Africa. *South African J. Sci.* 98:341-344.